

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**PAT-NO:** JP410164807A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 10164807 A  
**TITLE:** PERMANENT MAGNET TYPE SYNCHRONOUS MOTOR  
**PUBN-DATE:** June 19, 1998

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME** **COUNTRY**

SHIKAYAMA, TORU

IWABUCHI, KENSHO

TSUTSUI, YUKIO

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

**NAME** **COUNTRY**

YASKAWA ELECTRIC CORPN/A

**APPL-NO:** JP08337640

**APPL-DATE:** December 2, 1996

**INT-CL (IPC):** H02K021/16 , H02K001/14

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the torque ripple of a permanent magnet type synchronous motor, reduce the copper loss, improve the performance of the motor and, further, facilitate the winding work.

**SOLUTION:** A motor consists of a stator 5 which is composed of an armature core 61, a plurality of teeth 7 which are formed on one side of the armature core 61 in the direction of a transfer magnetic

field with same intervals and coils 8 wound on the teeth 7 and a rotor which is composed of multipole permanent magnets 41 and 42 which face each other with an air gap therebetween. The teeth 7 are formed on the armature core 61 partially in its width direction, and the coils 8 are formed over the full width of the armature core 61. As for the tooth 7, the straight tooth 7 without a pole shoe or the tooth 7 with a pole shoe may be used. In the latter case, the rotor surface which faces the inner side part of the coils 8 in which the teeth 7 are not inserted is higher than the rotor surface which faces the tips of the teeth 7.

COPYRIGHT: (C)1998, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-164807

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 2 K 21/16  
1/14

識別記号

F I

H 0 2 K 21/16  
1/14

M  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-337640

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 12月 2 日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

(72) 発明者 鹿山 透

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 岩淵 憲昭

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 筒井 幸雄

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

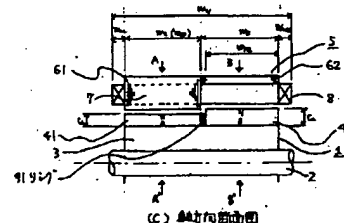
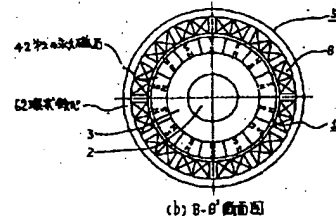
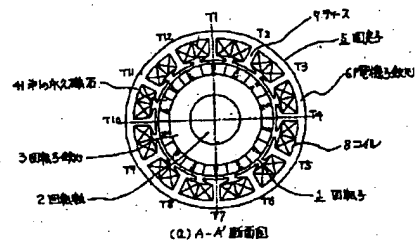
株式会社安川電機内

(54) 【発明の名称】 永久磁石形同期電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石形同期電動機のトルクリップルを低減し、銅損を少なくして電動機の性能を向上し、同時に巻線作業を容易にする。

【解決手段】 電機子鉄心と、該電機子鉄心の片側面に移動磁界の方向に等間隔で形成された複数のティースと、該ティースに巻回したコイルとからなる固定子と、前記ティースとエアギャップを介して対面する多極の永久磁石を固着した可動子とからなる永久磁石形同期電動機において、前記ティースは前記電機子鉄心の幅の一部にのみ形成し、前記コイルは前記電機子鉄心の幅いっぱいに巻く。ティースに関しては、ポールシューのないストレートとするか、ポールシューを形成し、後者にあつては、ティースが挿入されないコイルの内側部分と対面する可動子表面が、前記ティース先端の対面する可動子表面よりも高くする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電機子鉄心と、該電機子鉄心の片側面に移動磁界の方向に等間隔で形成された複数のティースと、該ティースに巻回したコイルとからなる固定子と、前記ティースとエアギャップを介して対面する多極の永久磁石を固着した可動子とからなる永久磁石形同期電動機において、前記ティースは前記電機子鉄心の幅の一部に形成され、前記コイルは前記電機子鉄心の幅いっぱいに巻かれたことを特徴とする永久磁石形同期電動機。

【請求項2】電機子鉄心に形成されたティースはストレートになっていることを特徴とする請求項1記載の永久磁石形同期電動機。

【請求項3】電機子鉄心に形成されたティースは先端にボールシューが形成されているとともに、ティースが挿入されていない部分のコイルに対面する可動子の永久磁石は前記ティース先端に対面する可動子の永久磁石よりも厚く、同時に高くなっていることを特徴とする請求項1記載の永久磁石形同期電動機。

【請求項4】電機子鉄心に形成されたティースは先端にボールシューが形成されているとともに、厚みが一定で円筒状をした可動子の永久磁石の表面のうち、前記ティースが挿入されていない部分のコイルに対面する部分には、磁極に一致して磁性体のボールシューが固着されたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形同期電動機。

【請求項5】エアギャップが円筒状をなし、回転形の電動機であることを特徴とする請求項1ないし4記載の永久磁石形同期電動機。

【請求項6】エアギャップが平面状をなし、直線形の電動機であることを特徴とする請求項1ないし4記載の永久磁石形同期電動機。

【0001】

## 【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造装置やFA機器に用いられる電動機のうち、精度や速度、応答性で高い性能が求められ、リップルや損失が小さな永久磁石形の同期電動機に関する。

【0002】

【従来の技術】電動機に永久磁石を用いるとコンパクトな構成で高いトルクを得ることが知られており、様々な構造のものが考えられている。一般的な同期電動機は、回転子に永久磁石を備え、固定子の電機子鉄心にコイルを巻回して構成されている。しかし、この構造は、高性能の永久磁石が開発されつつある今日では、トルクを高くできるものの、鉄損やコギングトルクも増大させてしまうことが問題となっていた。これを解決するため、コイルの巻き方を改善したものが開発され、特開昭63-154051号公報に開示されている。この技術を図を用いて説明する。図5は従来の永久磁石形同期電動機の正断面図であり、図6は固定子のコイルの巻線形態図で

ある。この電動機は、3相6極の永久磁石形同期電動機であり、毎相毎極のスロット数は1となっている。従って、電機子鉄心65には、18個のスロット#1～#18が周方向に等間隔に形成されている。これに巻回するコイルは、下コイル辺82と上コイル辺83を有する1つのコイルを例にとると、下コイル辺82はスロット#16内の下側に埋設され、上コイル辺83は3つ右のスロット#1の上側に埋設される。下コイル辺84と上コイル辺85を有するもう1つのコイルの場合は、下コイル辺84はスロット#1内の下側に埋設され、上コイル辺85は3つ右のスロット#4の上側に埋設されており、同じ形状のコイルが同じような巻き方をして他のスロットにも埋設され、直列接続されてU相のコイルをなしている。V相のコイルとW相のコイルも、U相のコイルと同じ巻き方をして巻回されており、1個ずれたスロットに埋設されている。この3相のコイルは、必要に応じて結線方法が選定され、3相電動機とされる。この同期電動機の回転子には、図5に示すように、回転軸21の表面に6個の永久磁石46が固着されており、隣り合う永久磁石の極性が異なるよう着磁されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが前記の従来技術によると、次のような問題があった。すなわち、各コイルの上コイル辺はエアギャップ内に配置され、スロットに埋設する他方の下コイル辺と一体になっているので、コイルエンドが他のコイルのコイルエンドと干渉し、所定の巻線を構成するのが容易ではなかった。また、上コイル辺と下コイル辺が同じコイルの一部でありながら、断面形状が食い違うため、巻線する際に位置決め作業を伴い、作業性が極めて悪いという欠点があった。さらに、この作業を必要とするためエアギャップに巻回されたコイルの位置が揃わなくなりがちで、電動機を駆動するときにトルクリップルが発生し、回転リップルが生じるなど被駆動系に様々な弊害をもたらすという問題があった。前記の作業性をよくするためコイルエンドを長くすると、コイルの銅損が増加して電動機の効率が低下することになり、作業性と効率の何れかを犠牲にしなければならなかった。このように、従来のコイルの巻き方では、コイルの位置に起因する様々な弊害があり問題となっていたのである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明はこれらの欠点を解消するためになされたものであり、精度や速度、応答性で高い性能が得られ、リップルや損失が小さな永久磁石形の同期電動機を提供することを目的とする。そこで本発明は、電機子鉄心と、該電機子鉄心の片側面に移動磁界の方向に等間隔で形成された複数のティースと、該ティースに巻回したコイルとからなる固定子と、前記ティースとエアギャップを介して対面する多極の永久磁石を固着した可動子とからなる永久磁石形同期電動機にお

いて、前記ティースは前記電機子鉄心の幅の一部に形成され、前記コイルは前記電機子鉄心の幅いっぱいに巻いたのである。電機子鉄心に形成されたティースはストレートなものとするか、先端にボールシューを形成するか、の何れかとし、後者にあっては、ティースが挿入されていないコイルに対面する可動子の永久磁石はティース先端に対面する可動子の永久磁石よりも厚く、同時に高くするか、或いは、厚みが一定で円筒状をした可動子の永久磁石の表面のうち、ティースが挿入されていないコイルに対面する部分には、磁極に一致して磁性体のボールシューを固着したのである。また、前記永久磁石形同期電動機をエアギャップが円筒状となるよう回転形の永久磁石形同期電動機とし、あるいは、エアギャップが平面状となるよう直線形の永久磁石形同期電動機としたのである。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】このようにすると、巻線作業が容易になって、コイルを精度良く位置決めして固着することができるようになり、コイルエンドも短くできることから、低コストで高効率、高精度のモータを提供することができるようになるのである。以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は本発明の第1実施例を示す回転形の永久磁石形同期電動機の断面図であり、(a)、(b)は正断面図、(c)は軸方向断面図である。また(a)は(c)のA-A'面の断面図であり、(b)は(c)のB-B'面の断面図である。図2はそのコイルの巻線形態図である。図1において1は回転子であり、図示しない軸受で回転可能に支持された回転軸2と、該回転軸2の外周に固着された磁性体の回転子鉄心3と、周方向等間隔に複数の磁極を有して前記回転子鉄心3の外周に固着された第1の永久磁石41、第2の永久磁石42、非磁性のリング91とから構成されている。非磁性のリング91は回転子鉄心3の軸方向中央にあって、第1の永久磁石41と第2の永久磁石42の間に挿着されており、第2の永久磁石42の外径は第1の永久磁石41の外径より大きくなっている。第1の永久磁石41と第2の永久磁石42は周方向に14の磁極を持ち、径方向に着磁されて、周方向の磁極の位置が第1の永久磁石41と第2の永久磁石42とで同じになっている。なお、この例では着磁の方向が径方向となっているが、周方向に14の磁極が形成されれば周方向に着磁されても何ら構わない。

【0006】5は固定子であり、円筒状の鉄心の内径側にティース7を形成した磁性体の電機子鉄心61と、電機子鉄心61の円筒状の鉄心が軸方向に延長して形成された環状鉄心62と、ティース7に巻回したコイル8からなっている。電機子鉄心61と環状鉄心62は珪素鋼板を積層して一体に固着されている。ティース7は周方向等間隔に12個設けられており、先端にボールシューが形成され、コイル8が巻回されている。コイル8は

(c)に示すように、内側の一部にティース7が挿入され、残る一部は空心となるよう集中巻きされている。ティース7の先端と第1の永久磁石41は円筒状のエアギャップを介して対面しており、環状鉄心62の内側にあるコイル8と第2の永久磁石42は円筒状のエアギャップを介して対面している。12個のティースに巻回されたコイルの接続状況は図2の巻線形態図に示すようになっている。U相のコイルはティースT1、T2、T7、T8に図2の方向に巻回して接続され、U、N端子を持ち、V相のコイルはティースT5、T6、T11、T12に図2の方向に巻回して接続され、V、N端子を持ち、W相のコイルは、ティースT9、T10、T3、T4に図2の方向に巻回して接続され、W、N端子を持つ。このような結線によって3相電動機をなしている。そして、上記の構成から分かるように、本実施例は、3相14極12スロットの電動機となっており、毎極毎相のスロット数は2/7となっている。このような構成の電動機をU、V、W相の順に励磁すると時計方向に回転磁界が発生し、回転子1は右に回転する。逆に励磁すると回転子1は左に回転させることができる。以上の実施例では、コイルが集中巻きされているため、巻線作業が容易であると同時にコイルエンドを含めても従来のものに比べてコイルの長さが非常に短く、コイルに生じる銅損が小さいのである。

【0007】次に本発明の第2実施例について説明する。図3は本発明の第2実施例を示す回転形の永久磁石形同期電動機の断面図であり、(a)、(b)は正断面図、(c)は軸方向断面図である。また(a)は(c)のA-A'面の断面図であり、(b)は(c)のB-B'面の断面図である。この実施例の固定子5は第1実施例と同じであり、回転子1は第1実施例と異なる。回転子鉄心3の外周に固着された永久磁石43は回転子鉄心3と同じ長さの円筒状をしており、周方向に14の磁極を持ち、径方向或いは周方向に着磁されている。環状鉄心62の内側にある永久磁石43の外周には、永久磁石43の14個の磁極のところに14個のボールシュー92が固着されており、外周が円筒の一部をなしている。そして、ボールシュー92を固着していない永久磁石43の表面とティース7の先端の間のエアギャップと、ボールシュー92の表面と環状鉄心62の内側のコイル8の内周面の間のエアギャップが同じ大きさとなっている。このような構成の電動機の動作は第1実施例と同じである。

【0008】次に本発明の第3実施例について説明する。本発明の第3実施例は、図1に示す第1実施例または図3に示す第2実施例において、ティース7の先端にボールシューを形成しないと言うものである。ボールシューを形成しないティース7には、先端付近までコイル8が巻回されており、ティース7の先端とコイル8の端面が同じ円筒面に位置するので、回転子1の回転子鉄心

3に固着する永久磁石は断面が均一の円筒状となっている。このような構成の電動機は前記2つの実施例と同じように作動することは言うまでもない。このような構造を採用する場合、作業上の都合から、コイル8からティース7の先端が突き出ることになる場合があるが、そのような場合は、回転子1を第1実施例や第2実施例のようにすることに対応することができる。

【0009】以上は回転形の実施例について述べたが、本発明によると直線形の電動機にも適用することができるので図を用いて説明する。図4は本発明の第4の実施例を示す直線形の永久磁石形同期電動機の断面図であり、(a)、(b)は移動方向に沿った面の断面図であり、(c)は移動方向と直角な面の正断面図である。(a)は(c)のA-A'面の断面図であり、(b)は(c)のB-B'面の断面図である。図において51は固定子であり、移動方向に向かって左右には、移動方向に等ピッチのティース71が形成された電機子鉄心63を備え、移動方向に向かって中央には、電機子鉄心63と一体になった平形鉄心64を備えている。電機子鉄心63と平形鉄心64は珪素鋼板が積層されて一体となっている。ティース71には先端にボールシューが形成されており、左右のティース71、71に巻回されたコイル81は中央、すなわち平形鉄心64の上の部分が空心になっている。可動子11は非磁性の平板状のテーブル21と、その下側に固着された3つの永久磁石44、45、44と、移動方向に移動可能に支持する図示しない支持機構とからなっている。永久磁石44は電機子鉄心63のティース先端とエアギャップを介して対面し、永久磁石45は平形鉄心64の上のコイル81と前記エアギャップと同じ大きさのエアギャップを介して対面しており、永久磁石45が永久磁石44より厚くなっている。永久磁石44、45は移動方向に等ピッチで極性が反転するよう着磁されており、ティース71の12ピッチ当たりで永久磁石44、45が14ピッチとなっている。このような構造をしているため、図1に示した第1実施例の回転形の永久磁石形同期電動機の閉じた形を開いて展開し平面にしたものと同じような構造となっている。従って、コイルは同じように巻かれており、3相励磁することによって移動方向に直線移動することができる。図4にはティース71の先端にボールシューを形成して永久磁石45を永久磁石44より厚くしたものを示したが、回転形の変形例で示したように、永久磁石44、45を同じ厚さの一体の永久磁石としてその表面のうちの永久磁石45の位置に相当するところにボールシュー92に相当する磁性体のボールシューを固着するものであってもよく、また、ティース71の先端にボールシューを形成せずストレートにするということも、前記の回転形のものと同様である。

【00010】以上、回転形と平面形の永久磁石形同期電動機のいくつかの実施例を述べたが、これらの実施例

のコイルは集中巻きであり、コイルが相互に干渉することとはなく、巻線作業をする上で障害となるものがないので容易に作業を進めることができる。また、ティース7、71にボールシューを形成せずにストレートとした場合は、コイルを予め巻回しておくことができるので、巻線作業はさらに容易になるという利点を有する。

【00011】前記の電動機は、いずれも毎極毎相のスロット数が2/7であったが、本発明の趣旨に従えばその数値は前記に限定されることがないのは言うまでもない。また、回転形同期電動機については、円環状の永久磁石が径方向に着磁されたものを示したが、着磁の方向を周方向としてもよく、円環状の永久磁石に代えて複数個に分割したセグメントの永久磁石を用いても何ら差し支えることがない。

【00012】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によるとティースのある電機子を備えた同期電動機と、ティースのない電機子を備えた同期電動機の中間にある次の特徴、すなわち

(1) コギング力や磁気吸引力が小さく、位置決め精度が向上すると同時に支持機構の負担が軽減され寿命が延びる。

(2) 電気的時定数が小さいため、高速応答する用途に向いている。

(3) 高速運転時の電機子鉄損が小さく、高速運転する用途に高効率のものが実現できる。

などを併せ持つ電動機を提供する上で、電機子に巻回するコイルを集中巻きすることができるので、巻線作業が容易になって生産性が向上し、同時に、従来のコイルエンドが排除されてコイルの銅損が低減し、電動機の効率を向上する効果がある。ボールシューのないティースを有する電動機においては巻線作業が一層容易である。また、コイルの形状がシンプルで巻線作業が容易であるため、コイルの設置精度が向上してコイルの位置ずれによるトルクリップル或いは推力リップルを低減する効果がある。

【00013】

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の回転形電動機の断面図

【図2】コイルの巻線形態図

【図3】第2実施例の回転形電動機の断面図

【図4】第4実施例の直線形電動機の要部断面図

【図5】従来の電動機の正断面図

【図6】従来の電動機のコイルの巻線形態図

【符号の説明】

1 回転子

2 回転軸

3 回転子鉄心

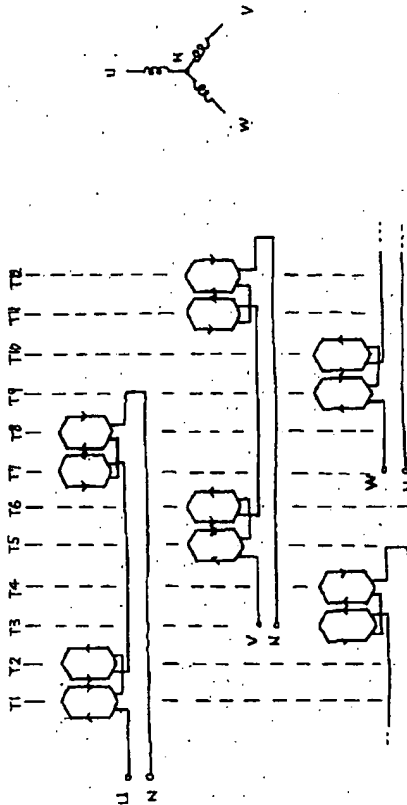
41 第1の永久磁石

42 第2の永久磁石

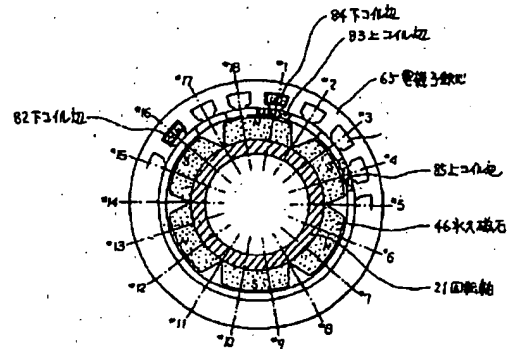
44、45 永久磁石  
5、51 固定子  
61、63 電機子鉄心  
62 環状鉄心  
64 平形鉄心  
7、71 ティース

8、81 コイル  
91 リング  
92 ボールシュー  
11 可動子  
21 テーブル

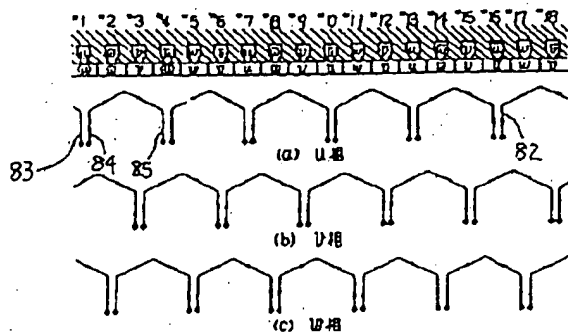
【図2】



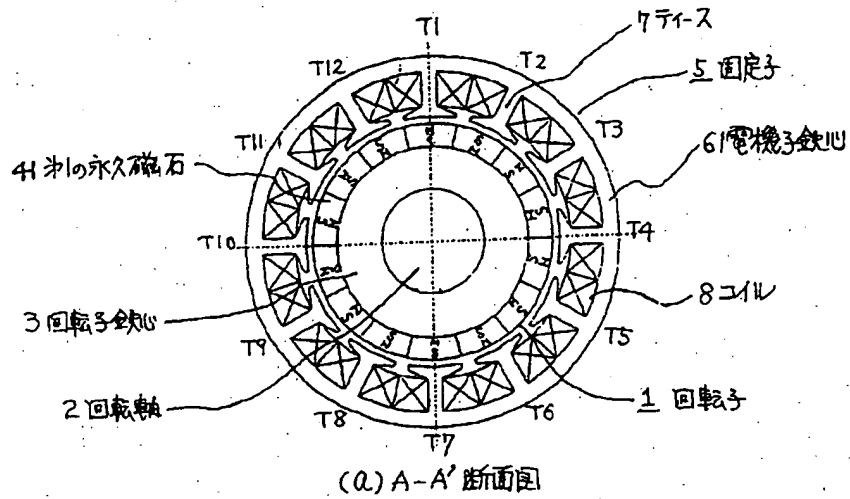
【図5】



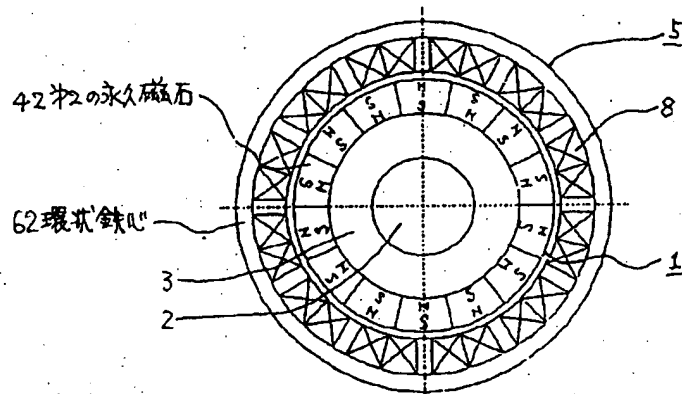
【図6】



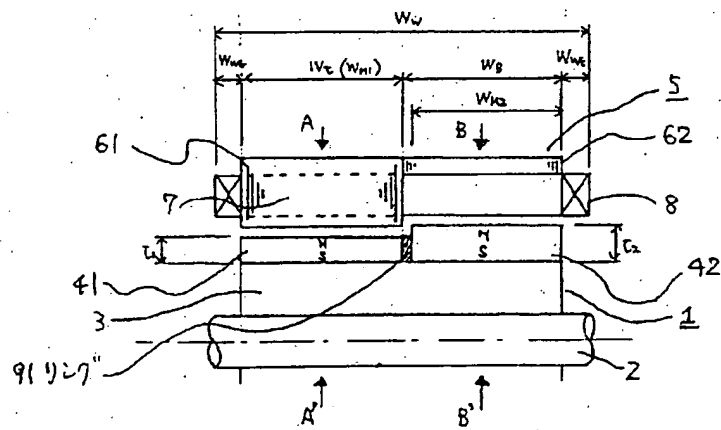
【図1】



(a) A-A' 断面図

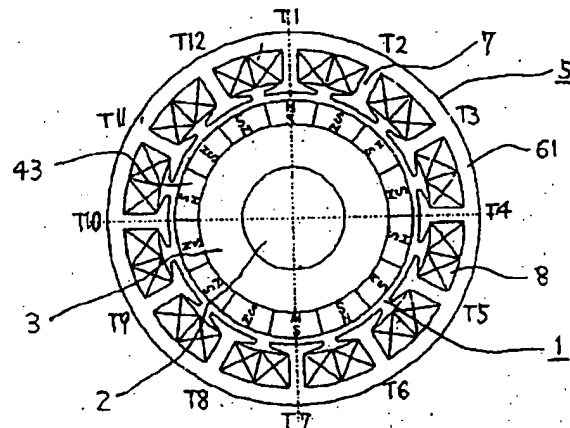


(b) B-B' 断面図

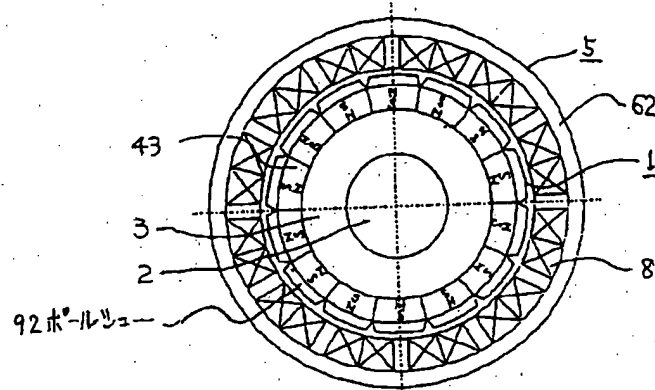


(c) 軸方向断面図

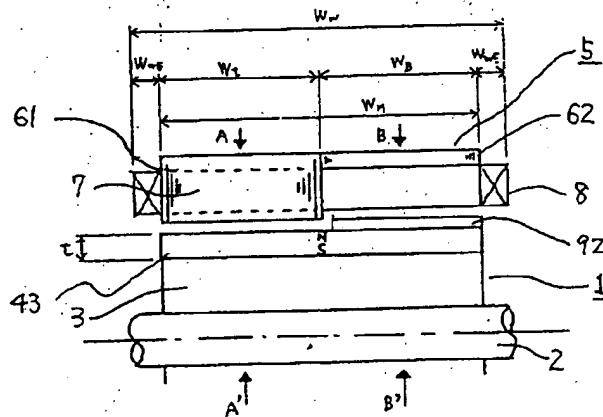
【図3】



(a) A-A'断面図



(b) B-B'断面図



(c) 軸方向断面図

【図4】

